1933

Aus der chirurgischen Universitätsklinik Halle a. d. Saale
(Leiter: Professor Dr. Voelcker).

ane Medical Library

Klinischer Beitrag zur Verwendung Voelcker'scher Spiralen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg

vorgelegt von
Johannes Berner
aus Zwickau in ~~Sachsen~~.

Halle (Saale) 1933.

Aus der chirurgischen Universitätsklinik Halle a. d. Saale
(Leiter: Professor Dr. Voelcker).

Klinischer Beitrag zur Verwendung Voelcker'scher Spiralen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg

vorgelegt von
Johannes Berner
aus Zwickau in Sachsen.

Halle (Saale) 1933.

Referent: Prof. Dr. Voelcker

Korreferent: Prof. Dr. Grund

Meiner lieben Mutter.

Der Gedanke, gelähmte Muskeln auf irgend eine Weise wieder funktionstüchtig zu machen bezw. sie zu ersetzen, taucht in der Geschichte der Chirurgie und auch Orthopädie schon sehr frühzeitig auf. Verfolgen wir die Literatur über die verschiedensten Verfahren der Funktionsregeneration, so sind wir überrascht, welch enormen Raum dieses Schrifttum in der Gesamtliteratur einnimmt, obwohl wir nicht erstaunt sind über das Interesse, das gerade diesen Operationen entgegengebracht wird, da wohl wenige Gebiete der Orthopädie und Chirurgie operativ und hinsichtlich der zu erwartenden Erfolge reizvoller gefunden werden können.

Nikoladoni war der erste Chirurg, der schon im Jahre 1880 versuchte, einen gelähmten Muskel durch Sehnenverpflanzung zur Funktion zurückzuführen. Nikoladoni hat damit eine Methode angegeben, die durch ihre Genialität imponiert und sich durch die nicht allzu schwere Ausführung und häufige Anwendungsmöglichkeit verbunden mit überraschenden Erfolgen bis jetzt in der Chirurgie und Orthopädie behauptet hat. Waren bis zur erstmaligen Ausführung der Idee durch Nikoladoni sicher viele Schwierigkeiten zu überwinden, so zeigte sich, daß mit dem Tage, wo man sich der Methode anzunehmen begann, sich neue und immer wieder neue Schwierigkeiten einstellten, die besonders in der Verhinderung störender Verwachsungen begründet lagen. Und heute, nach einem halben Jahrhundert anstrengendster Arbeit und verschiedenartigster Experimente ist diese Schwierigkeit noch nicht überwunden, und die Methode noch nicht zur Zufriedenheit ausgebaut.

Verfolgen wir das Schrifttum weiter, so stoßen wir bald auf andere Methoden, die denselben Zweck verfolgen. So sind neben der Sehnenverpflanzung hauptsächlich zu nennen: die Muskelverpflanzung, die Fascienverpflanzung, die verschiedenen Arten der Neurotisation und die Alloplastik, d. h. die Verwendung von Fremdkörpern zum Ersatz gelähmter Muskeln. Es dauerte über ein Jahrzehnt, bis die Methode Nikoladonis das allgemeine Interesse besonders der Orthopäden erweckte.

Es ist wohl Tatsache, daß schon vor Nikoladoni im Jahre 1869 Tillaux und im Jahre 1876 Duplay die ersten Sehnenver-

pflanzungen bei Sehnenverletzungen vorgenommen haben, doch besitzt Nikoladoni das Verdienst zuerst versucht zu haben, die Funktion einer gelähmten Sehne zu regenerieren und zwar bei einem paralytischen Hackenfuß. Unabhängig von Nikoladoni wurden Versuche über Sehnenverpflanzungen von verschiedensten Autoren veröffentlicht. Unter ihnen sind u. a. zu nennen: Parrish, Milliken, Drobnik. Letzterer konnte über 16 Fälle berichten.

In der zweiten Hälfte der 90iger Jahre bekannten sich hauptsächlich zwei Orthopäden zur Sehnenverpflanzung. Vulpius, der der alten Nikoladonischen Methode — Sehne auf Sehne — treu blieb, und Fritz Lange, der die periostale Sehnenverpflanzung bevorzugte und aufbaute. Der tendinösen Methode von Vulpius hängen die großen Gefahren der nachträglichen Dehnung der paralytischen Sehne und der Verwachsungen an. Vulpius bezeichnet seine Arten der Sehnentransplantation als die „Aufsteigende", indem er die von ihren gelähmten Muskelbäuchen abgetrennten Sehnen auf die Sehnen der funktionierenden Muskeln aufpflanzt. Diese Art ist ursprünglich zuerst von Tillaux 1875 angewandt worden.

Nikoladonis Methode wird von Vulpius als die „Absteigende" bezeichnet, indem ein gesunder Muskel nach Durchtrennung seiner Sehne aus der Bahn gebracht und mit der Sehne des gelähmten Muskels in Verbindung gebracht wird.

Fritz Lange umgeht die Gefahr der Dehnung, indem er die gelähmte Sehne völlig ausschaltet und die verpflanzte Sehne an das Periost anheftet.

Biesalski geht noch weiter, indem er versucht, auch die zweite Gefahrenquelle der Vulpius'schen Methode die Verwachsungen auszuschalten, indem er nicht nur durch Vernähung der überpflanzten Sehne am Stumpfe der gelähmten die paralytische Sehne ausschaltet, sondern auch versucht, durch Leitung der transplantierten Sehne durch die Sehnenscheide des gelähmten Muskels die Verwachsungen zu umgehen. Es liegt auf der Hand, daß dadurch die Verwendungsmöglichkeit der Operation eingeschränkt wird, auch ist die Gefahr der Verwachsungen nicht an den Stellen abgewendet, wo die Sehne direkt über den Knochen geleitet werden muß. Diesem Umstand versuchte Biesalski und L. Mayer durch Fascienumscheidung Rechnung zu tragen. F. Lange führt die Sehne durch das subkutane Fettgewebe und unterpolstert sie an den für Verwachsungen besonders günstigen Stellen mit Pergamentpapier.

F. Lange geht aber noch einen Schritt weiter, indem er bei ungenügender Muskellänge diese durch eine künstliche Seidensehne verlängert, nachdem er festgestellt hatte, daß man große Seidenstücke nach besonderer Präparation ohne Schwierigkeiten zur dauernden Einheilung bringen kann. Lange empfiehlt als Präparation Auskochen der Seide mit Hydragyrum oxycyanatum 1:1000 und strengste Asepsis, die Seide darf nicht in Gewebe eingepflanzt werden, das vorher geeitert hat, auch darf sie nicht im Bereiche der Hautwunde liegen wegen der Gefahr der Stichkanaleiterung. F. Lange berichtet im Jahre 1925 über 855 Fälle eingeheilter seidener Sehnen mit einem Erfolg von 97 Prozent! Weiter benutzte F. Lange Seidenbänder als künstliche Gelenkbänder bei Schlottergelenken und Seidensehnen als Fernleitung zum Ersatz gelähmter Muskeln wie z. B. bei Lähmung der Glutaeen. Gluck war insofern der Vorgänger Langes, als er experimentell die gute Verwendungsmöglichkeit von Katgut-Seidenzöpfen zum Sehnenersatz bewies. Lange hat das Verdienst durch den wissenschaftlichen Ausbau seiner Methode durch Jahrzehnte hindurch, die Sehnenverpflanzung zu ungeahnter Verwendungsmöglichkeit und zu wunderbaren Erfolgen geführt zu haben.

Viele namhafte Chirurgen und Orthopäden griffen die Methoden auf, so unter anderen die Deutschen: F. Krause, Hoffa, Perthes, Spitzy, Stoffel, Wullstein, Gocht. In Italien vornämlich Codivilla, in England R. Jones und in Amerika Lovet. Die verschiedensten Modifikationen tauchten auf, auf die einzugehen mir im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich ist.

Leo Mayer und Biesalskis gemeinsame Arbeit: „Die physiologische Sehnenverpflanzung" — führte die Ausbildung der Operation zu einer gewissen Vollkommenheit. Die beiden Autoren stellten die Forderungen auf, daß die für das Gleiten der Muskeln und Sehnen vom Körper geschaffenen Einrichtungen auch für die willkürliche Anordnung des Muskelverlaufes in Geltung bleiben müssen, damit auch die Tätigkeit des verlagerten Muskels nach jeder Richtung hin eine physiologische sei, nicht nur in dem Sinne, daß er am Ansatz des Kraftnehmers sein Ende findet, sondern vor allen Dingen auch nach der Richtung hin, daß, wenn er durch die Sehnenscheide des Kraftnehmers geht, er die für die Muskelwirkung günstigste Lage zum Richtung gebenden Gelenk behält. Mißerfolge durch Verwachsungen waren damit nun so gut wie ausgeschlossen.

Biesalski überträgt also die transplantierte Sehne mit Sehnenscheide und umgebenden Bindegewebe.

Erwähnt werden muß noch die Methode Lexers, der in Fällen, wo die Sehne nicht in lockeres Subkutangewebe eingepflanzt werden kann, die Einscheidung des Sehnentransplantates in ein Stück der Vena saphena propagiert.

H. Meyer empfiehlt Verwendung formalingehärteter Sehnen als in der Mitte zwischen Seiden- und Autoplastik stehend. Latkowsky berichtet über 6 Fälle von Sehnenüberpflanzung nach der Duranté'schen Methode, die darin besteht, daß die gesunde Sehne zusammen mit ihrer Insertionsstelle, also einem Stückchen Knochen, übertragen wird. Er kann über ausgezeichnete Erfolge berichten.

Die verschiedenartigen Vorschläge zur Ausfüllung von Sehnendefekten weisen schon darauf hin, daß das Bedürfnis nach einem guten Sehnenersatzmaterial keineswegs durch die biherigen Methoden gestillt wurde. Die freie Sehnenverpflanzung mußte schon durch den Umstand, daß das Sehnenmaterial im Körper zur freien Sehnenverpflanzung verhältnismäßig beschränkt ist, zu beschränkter Anwendungsmöglichkeit verurteilt sein. Die Palmaris longus Sehne, die als einzige im menschlichen Körper uns entbehrlich erscheint, ist meist zu dünn, um den Anforderungen hinsichtlich der Kraftübertragung gerecht zu werden.

H. von Baeyer propagiert seine Methode der Translokation von Sehnen, die darin besteht, daß man Sehnen und Muskeln ohne ihre Kontinuität zu zerstören, verlagert. Sine dubio ist der Wegfall der Sehnennaht und die Möglichkeit der frühzeitigen Inanspruchnahme ein großer Vorteil. H. v. Baeyer nimmt an, daß die translocierten Muskeln sich durch Hypertrophie an ihre neue Aufgabe angleichen. (Hubhöhe, Länge, Dehnung.) H. v. Baeyer verwandte die Methode mit Erfolg bei isolierter Lähmung des M. triceps surae mit Translokation der Peroneussehne über eine Rinne des Fersenbeines; bei Lähmung des M. tibialis ant. Translokation des M. extens. halluc. longus in eine Rinne des Naviculare und bei Oppositionslähmung des Daumens mit erhaltenem M. flexor longus. Jedoch ist auch hier die beschränkte Verwendungsfähigkeit offensichtlich.

So erhob sich bereits frühzeitig die Forderung nach einem geeigneten Ersatzmaterial, das in seinen Eigenschaften mechanischer und histologischer Art der Sehne möglichst nahe kam und dessen freie Uebertragung nicht durch ungünstige Ernäh-

rungsbedingungen behindert wurde. Es ist unbestreitbar das Verdienst Kirschners, dieses Material in der Fascie gefunden, experimentell untersucht und in die Praxis eingeführt zu haben. (1908—1909.) Die Vorzüge des Fascienmaterials sollen hier in der Reihenfolge wiedergegeben werden, wie sie Kirschner selbst in seiner Arbeit „Ueber freie Sehnen- und Fascientransplantation" (Bruns Beiträge 1909) angegeben hat.

1. Die geringe Dicke des transplantierten autoplastischen Materials ermöglicht eine gute Ernährung,
2. die außerordentliche Haltbarkeit in mechanischer Hinsicht,
3. die unbeschränkte Quantität, (Fascia lata femoris),
4. eine funktionelle Schädigung an der Entnahmestelle tritt nicht ein,
5. die Verwendungsmöglichkeit ist sehr groß.

Die Sehnenplastiken, die bislang mit körperfremdem Material vorgenommen wurden, können nunmehr autoplastisch (homoioplastisch) ausgeführt werden.

In der Praxis erfüllten sich die Hoffnungen, die man nach den Tierversuchen in die Methode gesetzt hatte, vollauf. Heute wird die freie Fascienverpflanzung über die Chirurgie und Orthopädie hinaus auch in der Gynäkologie und Ophthalmologie verwandt. E. König hat in seinem Werk „Die Körpereigne freie Fascienverpflanzung" die experimentellen Grundlagen und die praktische Anwendungsmöglichkeit der freien Fascienverpflanzung in erschöpfender Weise behandelt.

Es ist der Vorteil des Fascienmaterials vor den Lange'schen Seidensehnen, nicht körperfremdes Material zu sein. Damit fallen die schwierigen Einheilungsbedingungen, die stets bei Einheilung eines Fremdkörpers in der schwierigen Asepsis, der Möglichkeit der Ausstoßung durch Späteiterungen bestehen, fort. Außerdem ist es bei der Verwendung der Fascie als Ersatzmaterial nicht nötig, eine organische Neubildung, wie wir es in dem Durch- und Umwachsen der Seidensehnen vor uns haben, abwarten zu müssen.

Freie Sehnentransplantation homoioplastischer Art ist stets mit Materialschwierigkeiten verknüpft, wenn man auch durch Verwendung von Sehnenstücken, die man aus frischen Leichen und Amputationen gewinnen kann, in gewisser Hinsicht diese Schwierigkeit umgehen gelernt hat. Trotzdem ist die Einheilungstendenz des körperfremden Sehnenmaterials sehr gering. Eine praktische Bedeutung kann die freie Sehnenplantation kaum erlangen. Die Möglichkeit, Sehnenmaterial

durch Abspaltung von Sehnenstreifen aus größeren Sehnen zu gewinnen, ist auch gering, da die kräftigen Sehnen wie die Achilles- oder Tricepssehne, die vermöge ihrer Stärke dafür allein geeignet sind, zu kurz sind, um brauchbares Material liefern zu können.

Alle diese Nachteile werden durch Verwendung des Fascienmaterials umgangen. Auch die Gefahr des Durchschneidens der Nähte bei funktioneller Inanspruchnahme kann man beim Fascienmaterial begegnen durch Verwendung dünner Streifen, die leicht aufsteppbar sind, ohne daß durch derartige dünne Bänder die Gefahr der funktionellen Untüchtigkeit auftauchen würde. Die Methode der freien Fascienverpflanzung hat in fast allen Gebieten der Chirurgie eine hervorragende Stellung eingenommen.

Die Methode der direkten und indirekten Neurotisation und der Nervenpfropfung sind andereWege, um gelähmteMuskeln wieder funktionstüchtig zu machen. Die direkte Neurotisation, erstmalig von v. Hacker 1907 ausgeführt, kann auf verschiedene Weise ausgeführt werden.

1. durch direkte Einnähung eines motorischen Nerven in den gelähmten Muskel oder
2. durch Einnähung eines Muskels bezw. eines Muskellappens, der gut nervös versorgt ist oder
3. durch Einnähung des gelähmten Muskels in einen gesunden.

2 und 3 wird auch als muskuläre Neurotisation bezeichnet. Die Hyperneurotisation Erlachers besteht darin, daß mehrere Nerven in den gelähmten Muskel implantiert werden (von Erlacher an Meerschweinchen experimentell ausgeführt), bezw. ein motorischer Nerv in einen mit seinen eignen Nerven noch in Verbindung stehenden Muskel implantiert wird. Praktisch hat die muskuläre Neurotisation mehrfach ihre Verwendbarkeit bewiesen (v. Hacker, Erlacher, Lexer.) Brinkmann berichtet 1928 über 2 Fälle. Er operierte 2 Kinder. Einmal Einpflanzung eines Stückes Semimembranosus in den gelähmten Gastrocnemius, sodann eines Stückes Obliquus abdominis internus in den Rectus femoris und endlich ein Stück Quadratus lumborum in den Glutaeus maximus. Er berichtet über funktionell und elektrisch gute Erfolge bei den beiden ersten Operationen. Brinkmann betont, daß dieses Verfahren, das einen verhältnismäßig kleinen Eingriff gegenüber Tenodesen und Sehnenverpflanzung darstellt, volle Beachtung finden dürfte.

Deutschländer berichtet über Versuche mit indirekter Neurotisation bei poliomyelitischen Lähmungen, indem er den quer durchtrennten gelähmten Muskel in den Querschnitt eines gesunden Muskels dicht unterhalb des Eintrittes des Nervenbündels einpflanzte. Gleichzeitig führte D. aber eine periostale Sehnenverpflanzung des zur Neurotisation verwendeten Muskels aus. Er beobachtete nach 9 Monaten deutliche Regenerationsvorgänge sowohl makroskopisch als histologisch.

1905 berichtet Hackenbruch über einen Fall von spinaler Kinderlähmung — es handelte sich um vollständige Lähmung beider Peronei und des Extensor digit. communis longus et brevis — den er durch Nervenpfropfung heilte. Er beseitigte durch Pfropfung eines vom Nervus tibialis abgespalteten Lappens in den Nervus peroneus die Lähmung vollkommen.

Wo topographische und physiologische Gründe — so schreibt Erlacher in Bruns' Beiträgen Band 44 — gegen eine Sehnen- oder Nervenplastik sprechen, ist die Herstellung einer breit angefrischten Verbindung zwischen gelähmten und gesunden Muskeln also die muskuläre Neurotisation indiziert. (1924).

Jedoch hat sich die Neurotisation im Laufe der Jahre nur ein Gebiet erobern können, wo es regelmäßig angewandt werden dürfte, nämlich das der Fascialisparese. Die Gesichtsmuskeln sind nach Lexer wegen ihrer feinen Faserung und guten Ernährungsverhältnisse dazu besonders geeignet.

Deutschländer betont 1927 zusammen mit Erlacher auf dem 22. Kongreß der Deutschen Orthopäd. Gesellschaft in Nürnberg im Anschluß an einen Bericht von Kotzenberg über muskuläre Neurotisation, in dem K. über 3 volle Erfolge bei 7 Operationen berichten konnte und in dem K. deshalb doch der muskulären Neurotisation eine Zukunft einräumt, daß die Ergebnisse bisher unbefriedigend waren bis auf die Facialisoperation. Deutschländer propagiert aber die Neurotisation in Verbindung mit der Sehnenverpflanzung. Sie sei wohl imstande in dieser Kombination die funktionellen Resultate zu verbessern.

Wir haben nun in großen Zügen die hauptsächlichsten Methoden für Muskel- und Sehnenersatz kennengelernt. Die Verwendung heteroplastischen Materials darf wohl unberücksichtigt bleiben. Wenden wir uns nun dem großen und bedeutenden Gebiet der Alloplastik zu.

Es ist wohl nicht verwunderlich, daß in der gesamten

operativen Medizin, wo fast täglich von der Alloplastik durch Verwendung von Nahtmaterial (Seide, Katgut, Silberdraht etc.) Gebrauch gemacht wird, der Gedanke aufkam, von diesem Material auch zum Ersatz gelähmter Muskeln oder Sehnen Gebrauch zu machen. Schon frühzeitig wurde versucht, diesen Gedanken in die Wirklichkeit umzusetzen. So war es wohl Anger, der anno 1875 als Erster versuchte, einen Sehnendefekt durch Silberdrähte zu überbrücken. 1882 versuchte Gluck sich auf dem Gebiet, indem er Katgutseidenzöpfe verwandte und zwar mit überraschendem Erfolge. Doch die Zeit verstand ihn und seine Versuche noch nicht. Es war Fritz Lange vorbehalten, den Gedanken wieder aufzugreifen und ihn in mühseliger Weise Schritt für Schritt, durch unzählige Versuche unterstützt, auszubauen. Fritz Lange entwickelte seine Methode der seidenen Sehnen, eine Methode, die noch heute unbestritten die am meisten angewandte ist, und schon eingangs besprochen wurde.

Aber auch um Defekte in Knochen, Gefäßen, Nerven zu überbrücken, gerissene Darmenden zu vereinigen, wurde in der Medizin häufig von der Alloplastik Gebrauch gemacht. Als Ersatzmaterial für Sehnen und Muskeln sind neben den erwähnten Silberdrähten, Katgutseidenzöpfen und Seidensehnen im Schrifttum die praktische Verwendung von Frauenhaar und als erstes elastisches Material die Verwendung von Gummibändern geschrieben worden. Lohe berichtet auf dem Chirurgenkongreß 1932 über die Vorgänge der Sehnenregeneration durch Frauenhaar als Spannungsmaterial. Als Vorzug gegenüber den seidenen Sehnen hebt er die Resorbierbarkeit des Materials hervor. Lohe fordert Ruhigstellung des Muskels, der seine Sehne regenerieren soll, da nur ein ungestörter intermediärer Stoffwechsel dies ermögliche. Dazu sei die physiologische Spannung des Muskelstumpfes im Gipsverband unbedingte Voraussetzung. Die Feinheit und Resorbierbarkeit des Frauenhaares und damit der geringe Fremdkörperreiz gewährleisten ein gutes Regenerat. Lohe behauptet, daß das Implantat durchaus nicht als Leitseil für das Regenerat diene. Seine Beobachtungen gehen dahin, daß das Regenerationsgewebe nicht das Haar umhülle, sondern am besten in der vom Implantat entferntliegenden Zone gedeiht. Die Sehnenregeneration sei an das alte physiologische natürliche Sehnenbett gebunden. Bei Muskelverpflanzung aber werde der Granulationsmantel, der das Implantat umgibt, erst nach Monaten und Jahren in Sehnengewebe umgebaut, ein Umstand, der den

späteren Eintritt der Funktionstüchtigkeit als bei Regeneraten zwanglos erkläre.

Stracker verwendete bei schweren Lähmungen, wo nur noch unbrauchbare Muskelreste zurück geblieben waren, Gummischnüre als elastisches Ersatzmaterial. 2 Lähmungen der Glutaealmuskulatur (komplette Paralyse des Beines) wurden auf diese Weise behandelt. Er benutzte reinen Paragummi bester Qualität zunächst im Tierexperiment, das bewies, daß dieser Gummi steril einheilbar ist und nach 6 Monaten vollkommene Elastizität zeigt ohne Veränderung der Struktur und Oberfläche. Nach einigen Monaten ist eine schlauchförmige Bindegewebshülle festzustellen. In den 3 an Menschen ausgeführten Operationen (2mal Ersatz der Glutaealmuskulatur, einmal Ersatz des gelähmten Gastrocnemius bei Hohlfußbildung durch einen Gummizug, der an der Achillessehne und Fibulamitte befestigt wurde) zeigte sich, daß der Gummi aseptisch gut einheilt. Befestigt wurde er mit Turnerseide durch Herumschlingen und Einschnüren der Streifenenden, sodaß ein Abgleiten verhindert wurde, am Knochen wurde der Gummizug durch Bohrlöcher oder Durchflechtung einer Sehne befestigt. Gute Deckung des Gummistreifen ist, um Durchschneidung der Haut zu verhindern, Voraussetzung. Die beiden Operationen an der Glutaealmuskulatur, bei denen unter starker Spannung vom Trochanter minor zur Tuberositas iliaca der Gummizug gelegt wurde, zeigen in dem einen Falle bereits nach einem Vierteljahr guten Erfolg, indem ein Vornüberfallen des Patienten verhindert wurde. Der 3. Fall zeigte völlige Beseitigung des Hohlfußes. Stracker ist der Meinung, daß der Gummi mehrere Jahre haltbar sei und ihm noch andere Anwendungsgebiete — wie Skoliosen der Wirbelsäule — offen stehen.

Ueber die Einheilung von Fremdkörper in den menschlichen Organismus haben v. Baeyer und Pitzen, ersterer hauptsächlich über Metalle, letzterer über Papier und Zelluloid, weitgehende Versuche und Untersuchungen angestellt. Wir wollen auch bei unserer Arbeit nach H. v. Baeyer unter Einheilung nicht die p. p. Heilung der Hautwunde verstehen, sondern diejenigen Vorgänge, die durch den Fremdkörper in dem Organismus hervorgerufen werden, und die keine Ausstoßung des Fremdkörpers herbeiführen. Im Rahmen dieser Arbeit kann es nur liegen, auf die Einheilungsbedingungen und Vorgänge metallischer Fremdkörper insbesondere chemisch indifferenter Körper näher einzugehen. Die Frage, ob es überhaupt

für den menschlichen Organismus chemisch indifferente Körper gibt, ist nicht ohne weiteres zu beantworten. Jedenfalls scheint es festzustehen, daß es auf die Gewebsart ankommt, in die der Fremdkörper implantiert wird. So ist es ungemein schwierig, ja unmöglich, einen chemisch indifferenten Körper zu dauernder Einheilung im Auge zu bringen. Stets wird man hier die Zeichen entzündlicher Reaktion finden. Dagegen dürfte der betreffende Körper im Bindegewebe oder in der Muskulatur, ja selbst im Gehirn, wie die Verwendung von Silberclips in der amerikanischen Hirnchirurgie beweist, dauernd einheilbar sein.

Außer der chemischen Wirkung eines fremden Körpers ist stets noch eine physikalische vorhanden, die darauf beruht, daß allein durch die Anwesenheit des Fremdkörpers die Lebensbedingungen bestimmter Zellgruppen gestört — die Zellen also gereizt oder zerstört werden, es also zu einer lokalen Nekrose kommt. Die Einheilung hängt nun weiter von den verschiedensten Beschaffenheiten der Fremdkörper ab. So ist zunächst — wie v. Baeyer in seiner hervorragenden Arbeit feststellt — das Gewicht des Fremdkörpers von Bedeutung. Staubförmige Substanzen werden entweder von Zellen eingeschlossen oder in Lymphknoten abgelagert. Harte große Fremdkörper werden stets bindegewebig eingekapselt. Bei metallischen Fremdkörpern ist neben der Größe stets die Oberflächenbeschaffenheit und vor allem, ob sich der Körper in Bewegung befindet oder nicht, von großer Bedeutung. Nach v. Baeyer findet um diese Körper eine Cystenbildung statt. Bei rauher Oberfläche kommt es meist zur Wanderung und Ausstoßung des Körpers. Um Silberwalzen beobachtete v. Baeyer die Bildung einer zweischichtigen Kapsel; das Metall selbst wurde nur wenig gelöst. In den Kapseln um Eisenfremdkörper hebt v. Baeyer besonders die zonenweise Anordnung von Fremdkörperpigment hervor. Wie eingangs erwähnt, verhalten sich die Fremdkörper nicht an allen Orten des menschlichen Organismus gleich. v. Baeyer stellte fest, daß überall dort, wo es sich um praeformierte Höhlen oder gefäßlose Gewebe handelte, eine Kapselbildung ausbleiben kann. Die Muskelveränderungen um chemisch indifferente Körper bestehen in einer Hyperplasie und Hypertrophie der Muskelkerne und in einer Verschmälerung der kontraktilen Fasern. Die Kapselbildung dürfte allen Fremdkörpern gemeinsam sein. Histologisch bemerken wir im Anfangsstadium Granulationsgewebe, das sich langsamer oder schneller in echtes Bindegewebe umwan-

delt. Die Dicke der Kapseln hängt von der Intensität des Reizes und davon ab, ob sich der Körper bewegt oder nicht. Geringe Reize werden — wie Versuche über Zelluloid und Kruppstahlfremdkörper zeigen — eine schnelle Umwandlung zellreichen Granulationsgewebes in zellarmes Bindegewebe ergeben. v. Baeyer nimmt dieses zellarme Bindegewebe als Beweis dafür, daß kein starker Reiz mehr von den Fremdkörpern auf das Gewebe ausgeübt wird, das Gewebe also zur Ruhe gekommen ist. Eine derartige mit geringen Reizen verknüpfte Einheilung ist nur bei chemisch indifferenten, also sich nicht im Körper lösenden Fremdkörpern zu beobachten. Es wird außerdem hervorgehoben, daß auch eine mechanische Reizung nicht statthaben darf. Eine besondere Stellung nehmen — und da sie für unsere Arbeit von besonderem Interesse sind — die Seidensehnen ein. Die Seide heilt unter peinlichster Asepsis zunächst glatt ein, jedoch bemerken wir nach Jahren noch frisches junges Granulationsgewebe in der Umgebung der Seide. Ein Zeichen dafür, daß das Gewebe noch nicht zur Ruhe gekommen ist, es also immer neuen Reizen ausgesetzt sein muß. Dieser Reiz dürfte in der mechanischen Beanspruchung liegen. Darauf beruht auch das starke Dickenwachstum der Seidensehnen.

Wir haben gesehen, daß Gummi — also elastisches Gewebe — in der Lage war, auf lange Zeit wohl nicht eine Muskelwirkung zu ersetzen, so aber doch dem funktionstüchtigen Muskel eine antagonistisch wirkende Kraft entgegenzusetzen, ohne durch die mechanische Beanspruchung einer Ausstoßung anheimzufallen. Es mußte nun möglich sein und mußte erprobt werden, ob nicht die Einheilung von Stahlfedern den Gummi ersetzen konnte. Die Vorteile einer Stahlfeder: unbeschränkte Elastizität, Unzersetzlichkeit, unbeschränkte Lagerfähigkeit, leichte Asepsis sind unverkennbar. Voelcker setzte diesen Gedanken in die Tat um. 1931 veröffentlichte V. 2 von ihm auf diese Weise operierte Fälle im Zentralbl. f. Chir. Nr. 15. Versuche über die Einheilung von Eisendraht und Kruppstahl wurden schon von v. Baeyer und Max Lange durchgeführt.

Die Einheilung des Eisendrahtes gelingt gut. Es bildet sich eine Kapsel um den Fremdkörper, nachdem sich Granulationsgewebe gebildet hat. Das typische Bild einer Fremdkörpereinheilung. Jedoch ist das Eisen chemischen Veränderungen ausgesetzt, es wird oxydiert, mit anderen Worten: es verrostet. Nach Max Lange bilden sich dabei unlösliche Metallsalze, die

von den Zellen nur langsam resorbiert werden können. Wir können ohne weiteres in der Kapsel und im Granulationsgewebe die Berlinerblaureaktion mit starkem positiven Ausfall vornehmen. Starke entzündliche Erscheinungen, durch den chemischen Reiz bedingt, fallen auf. Die Antwort des Gewebes auf den fortgesetzten Reiz muß die Ausstoßung sein, besonders sicher dann, wenn von dem Implantat noch eine mechanische Funktion verlangt wird.

Ganz anders verhält sich rostfreier Kruppstahl. Die Einheilung geschicht unter peinlicher Asepsis vollkommen reaktionslos. Entzündliche Erscheinungen fehlen. Eisen ist nach 4 Wochen nicht mehr nachweisbar. Ebenfalls nach diesem Zeitraum beobachtete M. Lange bereits eine aus jungem Bindegewebe bestehende fertige Fremdkörperkapsel. Der Kruppdraht wies nach Wiederentnahme der Implantate eine wie vor der Einpflanzung glänzende, glatte Oberfläche auf, während der Eisendraht eine schwärzliche Farbe und eine rauhe Oberfläche aufwies, die teilweise mit bräunlichen Auflagerungen bedeckt war. Max Lange berichtet in seinem Werk „Die Naht und das Nahtmaterial in der Orthopädie" über 2 Fälle, bei denen er rostfreien Kruppstahldraht zur Ueberbrückung von Sehnendefekten verwandte. Jedoch trat in beiden Fällen nach der Verbandsabnahme ein Durchschneiden des Sehnenendes durch die Drähte ein.

Wollen wir uns nun der Einheilung von in praxi chemisch indifferenten mechanisch dauernd beanspruchten Fremdkörpern — wie sie die Voelcker'schen Spiralfedern darstellen — zuwenden, müssen wir erst noch die Umstände besprechen, die eine etwaige Ausstoßung der Fremdkörper bewirken können.

Zwei Formen der Ausstoßung sind da in erster Linie zu nennen:

1. Die Ausstoßung durch Bakterien und
2. Ausstoßung infolge mechanischer Einflüsse.

Wir folgen damit v. Baeyer in seinen Untersuchungen über Fremdkörper im Organismus. Diese beiden Formen können wir unterteilen in Fälle von Frühausstoßungen und in solche von Spätausstoßungen. Frühausstoßung kann in der Form vor sich gehen, daß sich die Wunde nicht schließt, und dadurch die Einheilung des Fremdkörpers unterbleibt oder die Wunde schließt sich zwar, aber es folgen unmittelbar entzündliche Gewebsreaktionen, die zur Ausstoßung führen. Die Spätausstoßung erfolgt mitunter erst nach langen Jahren, indem der Fremdkörper plötzlich Schmerzen verursacht, das

Gewebe schwere Entzündungserscheinungen aufweist, und sich die Elimination des Fremdkörpers anschließt. Aber es wäre weit gefehlt anzunehmen, daß in allen Fällen die Elimination so stürmisch vonstatten geht, sondern es ist Tatsache, daß in den weitaus meisten Fällen die Ausstoßung nur mit einer geringen Eiterung, kaum nennenswerten Schmerzen und ohne Fieber verläuft. v. Baeyer neigt aus dieser Erfahrungstatsache heraus zu der Annahme, daß nicht in jedem Falle latente, bei der Implantation mit hereingebrachte pathogene Bakterien, die Ursache sein können. Er unterstützt seineAnsicht noch mit der Begründung, daß in letzter Stunde noch die Möglichkeit besteht, daß die Hautdrüsen die Umgebung des Fremdkörpers zu infizieren in der Lage sind. Es sei deshalb der Nachweis von Bakterien im Eiter bei noch geschlossener Hautdecke kein absoluter Beweis gegen seine Theorie. Wir möchten aber doch zu der Annahme neigen, daß stets latente pathogene Bakterien die Ursache sind. Mögen sie nun durch veränderte Lebensbedingungen lokaler Art im Organismus oder durch Umstimmung des Gesamtorganismus im Sinne einer geringeren Widerstandskraft aktiviert werden, oder mögen auch durch Infektionen auf haematogenem Wege Reize an den durch den Fremdkörper bedingten Locus minoris resistentiae gelangen und zum Aufflammen der latenten Bakterien führen.

Die mechanische Wirkung der Fremdkörper kann nun schon eine Ausstoßung allein durch die Fortbewegung veranlassen, indem der Fremdkörper sich einen Weg nach außen bahnt. Daß seidene Sehnen nach Lange infolge Spannungs- und Knotendecubitus der Elimination anheimfallen, beschreibt Lange selbst. Man kann auch daran denken, daß durch Bewegungen der Fremdkörper Traumen entstehen, die entzündliche Erscheinungen hervorrufen und dadurch die Ausstoßung bewirken, wie dies zum Beispiel sicher bei spitzen und zackigen mit unregelmäßiger Oberflächenbeschaffenheit versehenen Fremdkörpern der Fall sein wird. Es brauchen aber andererseits eiterige Entzündungen auch hier nicht vorzuliegen, ja es braucht sogar überhaupt keine Elimination einzutreten. So beschreibt v. Baeyer eine Cystenbildung um spitze Gegenstände, die mit blutig-serösem Exsudat erfüllt war. Der Inhalt kann resorbiert und der Fremdkörper mit Bindegewebe durchwachsen und mit einer festen Kapsel umgeben werden. Die größere Gefahr ist die mechanisch erzeugte Nekrosenbildung, die ohne Zweifel den Bakterien gute Ansiedelungsmöglichkeiten und Lebensbedingungen bietet. Doch kommt v.

Baeyer auch durch Untersuchungen anderer Autoren zu dem Schluß, daß Eiterungen auf Grund mechanischer Einwirkungen nicht zu erwarten sind, wenn nicht infolge der Operation Blutungen auftreten, der Fremdkörper mechanisch reizt oder das Gewebe in größerem Umfange gequetscht und verletzt wird. Für unsere Arbeit von großem Interesse sind die Schlußfolgerungen von v. Baeyers über das Verbleiben von Fremdkörpern im Gewebe.

v. Baeyer betont, daß funktionslose Körper ohne ausgesprochene Reizwirkungen dauernd im Körper verbleiben können. Soll der Fremdkörper aber eine Funktion ausüben, so muß er als tote Masse vom Organismus unschädlich gemacht und seiner Funktion wieder beraubt werden. Bis zum Abschluß dieser Vorgänge kann aber lebendes Ersatzgewebe herangewachsen sein, das die dem Fremdkörper zugedachte Funktion zu übernehmen in der Lage ist, den Fremdkörper also zum Leitseil seines Wachstums degradiert, da es — wie bereits oben angedeutet — einen Teil, wenn nicht die gesamte, dem Fremdkörper zugedachte Funktion übernimmt. Diesem letzten Satz glauben wir auf Grund von Untersuchungen, Tierexperimenten und Röntgenkontrollen nicht mehr uneingeschränkt beistimmen zu können. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden mir von Herrn Dr. Klages liebenswürdigerweise kurz zusammengefaßt zur Verfügung gestellt. Dr. Klages wird selbst in einer Arbeit über die Einheilungs- und Funktionsvorgänge Voelcker'scher Spiralen berichten. Doch bevor wir auf die speziellen Ausführungen eingehen, wollen wir uns noch den allgemeinen Bedingungen für reaktionslose Einheilung und Vermeidung von Ausstoßung der Fremdkörper zuwenden.

So ist erste Voraussetzung: strengste Asepsis. Glatte, chemisch indifferente Fremdkörper sind porösen — sollten sie auch mit einem Antiseptikum durchtränkt sein — vorzuziehen. Starke Blutungen sind nach Möglichkeit zu vermeiden; man pflanze deshalb das Implantat in möglichst gefäßarme Teile des Organismus und berücksichtige dies auch bei der Befestigung. Nekrosenbildungen sind durch geringste Verletzungen der Gewebe zu vermeiden. Der das Implantat enthaltende Körperteil soll, um eine Bewegung des Fremdkörpers zunächst zu verhindern, gut fixiert werden. v. Baeyer erhebt noch die Forderung, daß bei Fremdkörpern, denen eine Funktion zugedacht ist, wie es z. B. von künstlichen Sehnen und Muskeln verlangt werden muß, mit Bewegungen erst begonnen werden

darf, wenn eine Kapselbildung stattgefunden hat. Diese letzte Forderung wurde von uns durchaus nicht mehr streng erfüllt, da mit Bewegungsübungen nach einer Zeit begonnen wurde, wo unmöglich eine den Anforderungen v. Baeyers genügende Kapselbildung stattgefunden haben konnte, wie die Krankengeschichten bewiesen.

Die 4 bisher an der Klinik mit Voelcker'schen Spiralen operierten und zur Einheilung der Fremdkörper gelangten Fälle gaben die Veranlassung zur Untersuchung der Einheilungsvorgänge und Erhaltung der Funktionstüchtigkeit der Spiralen an einer großen Zahl von Tieroperationen, die Herr Dr. Klages durchführte. In wieweit diese Versuche den 4 operierten Fällen gleichen bzw. zur Erläuterung dieser Fälle beitragen, soll im Anschluß an die Schilderung der Fälle und der Krankengeschichten wiedergegeben werden.

Es ist nicht verwunderlich, daß das Gebiet der Poliomyelitis und ihrer Folgeerscheinungen das Material für die Operationen restlos stellte, wie ja in der Geschichte der Medizin festzustellen ist, daß gerade die Poliomyelitis den größten Reiz auf die Kunst der Chirurgen und auf die Erfindung neuer Operationsweisen ausgeübt hat. Es handelte sich bei diesen Fällen je um einen Spitz-, Hacken- und Klumpfuß, im 4. Falle um Verkürzungen der Strecksehnen mit nicht ausgesprochenem Klumpfuß.

Ueber Versuche zur Prüfung der Elastizität der Spiralfedern hat Voelcker in seiner Veröffentlichung selbst Mitteilung gemacht und die Elastizität als eine sehr gute erkannt. Sie ist abhängig von dem Dorn der Spiralfeder und der Dicke des verwendeten Drahtes. Wie groß die Zugkraft der Feder zum Ersatz gelähmter Muskeln sein muß, hängt davon ab, welche Muskelgruppen ersetzt werden sollen. Voelcker weist darauf hin, daß durchaus nicht die Zugwirkung der Feder gleich der Zugkraft der noch vorhandenen funktionstüchtigen Antagonisten sein darf, sondern sie braucht nur den Tonus des ruhenden Antagonisten und das Gewicht des Fußes zu überwinden. Auch ist zu berücksichtigen, daß die Feder dauernd eine erhebliche Zugwirkung ausübt, während die Zugwirkung des Tonus der ruhenden Antagonisten eine sehr kleine ist. Nach obigen Gesichtspunkten ist bei der Auswahl der Feder von Operation zu Operation zu entscheiden. Bei den angestellten Tierversuchen wurden diese Ueberlegungen nicht exakt durchgeführt, da es hier ja nur auf das Prinzip ankam.

Ueber Vorgeschichte, Befund, Operation, Heilungsverlauf und Ergebnisse der Nachuntersuchungen der 4 operierten Fälle berichten die folgenden Krankengeschichten.

Krankengeschichten mit Nachuntersuchungen.

Fall 1:

Anni K., 9¾ Jahre.

Diagnose: Spitzfuß re.

Operation: Tenotomie, Sehnenplastik, Spiralfeder.

Anamnese: Familienanamnese o. B.

Pat. gesund geboren, wurde ein Jahr gestillt, sehr gut entwickelt. Pat. lernte früh laufen, bis zum vollendeten 2. Lebensjahr nicht erkrankt gewesen. Im Alter von 2¼ Jahren konnte das Kind eines Tages plötzlich früh nicht aufstehen. Es hatte 40 Grad Temperatur und fiel um, sowie versucht wurde, sie hinzustellen. Vom Arzt wurde spinale Kinderlähmung am rechten Bein diagnostiziert. Die Temperatur hielt damals 6 Tage an, danach lief das Kind wieder jedoch mit schlotterndem Knie und Fußgelenk. Im August 28 brach das Kind die Unterschenkel und wurde vom Arzt ambulant mit Gipsverband behandelt. Angeblich hält es seitdem den Fuß in Spitzfußstellung, die sich allmählich immer mehr ausbildete. Im Sommer 29 wurde das Kind in unserer Klinik untersucht und zu einer kleinen Operation (Tenotomie) wiederbestellt. Der Vater bringt das Kind erst im Februar 30 in die Klinik, da angeblich im Herbst die Masern im Dorfe herrschten; Pat. machte im Dezember die Masern durch.

Befund: Der rechte Fuß steht in Spitzfuß-(Hohlfuß-) stellung. Keine spastische Lähmung. Rechtes Bein so lang wie das linke. (66 cm von der Darmbeinschaufel bis zum äußeren Knöchel. Wadenumfang rechts 23, links 26 cm.) Patellarreflex re schwächer als li.

19. 2. Operation (Dr. Brandt).

Stufenförmige Verlängerung der Achillessehne. In 2. Sitzung soll eine seitliche Verpflanzung einzelner Partien ausgeführt werden.

3. 3. Heilung p. p.

6. 3. 2. Operation (Professor Voelcker).

In Allgemeinnarkose wird der Muskulus tibialis anterior freigelegt. Neben dem gelähmten Muskel wird eine ca. 12 cm lange rostfreie Spiralfeder eingelegt. Das eine Ende der Feder wird in die Sehne gedreht und vernäht. Das obere Ende wird an der Tibia mit mittelstarkem Zug durch ein vorgebohrtes

Loch befestigt. Exakte Hautnaht. Das Bein wird in Gips gelegt, die Wunde verheilt p. p.

Heilungsverlauf:

17. 3. 30. Gipsschiene wird abgenommen. Fuß steht jetzt in normaler Stellung. Die Zehen können genügend gestreckt werden. Es ist der Pat. möglich, den Fuß leicht zu heben und zu senken.

29. 3. Pat. erhält Stiefel nach Maß und verläßt als geheilt die Klinik.

Bericht der Mutter vom 15. 3. 31.

Kind befindet sich wohl. Von der ursprünglichen Lahmheit sei nur beim Springen noch eine Kleinigkeit zu merken. Jeder, der das Kind vor der Operation gesehen habe, sei erstaunt über den Heilungserfolg.

Weitere Kontrollen des Operationserfolges sind leider nicht zu erlangen.

Fall 2:

Käthe M., 23 Jahre.

Diagnose: paralytischer Klumpfuß li.

Operation: Sehnenplastik (Spiralfeder).

Anamnese:

Vor 8 Jahren erkrankt die Pat. an einer akuten Lähmung des li Beines unter starken Schmerzen und hohem Fieber. Pat. lag 14 Tage zu Bett. Beim Aufstehen bemerkte Pat., daß sie keine Gewalt über das li Bein besaß. Trotz Elektrisieren besserte sich der Zustand nicht. Nach ca. einem halben Jahr wurde sie von dem behandelnden Arzt an Herrn Geheimrat A. verwiesen, welcher erstmalig den wahren Charakter des Leidens erkannt habe. Der li Fuß habe immer mehr Klumpfußstellung angenommen. Die Pat. wandte sich deshalb an Herrn Professor Sch., der zur Operation riet. Sie konnte sich jedoch nicht dazu entschließen und konsultierte deshalb einen weiteren Arzt, der zunächst noch zum Abwarten riet und nach 2 Jahren eine Operation vornehmen wollte. Es wurde danach zunächst eine unblutige Redression und nach 14 Tagen eine Muskelverpflanzung am li Knie vorgenommen. Danach soll Besserung eingetreten sein, auch soll der Fuß gut gestanden haben. Die Nachbehandlung wurde mit allen möglichen Schienen vorgenommen. Allmählich bildete sich jedoch erneut eine Klumpfußstellung aus, sodaß die behandelnden Aerzte eine neue Operation vornehmen wollten. Pat. war jedoch damit nicht einverstanden und wandte sich deshalb

weiter an Herrn Professor D., der eine Schienenbehandlung einleitete. Auch hier sei ein Erfolg ausgeblieben. Schließlich wandte sich Pat. an Herrn Dr. Brandt und wurde im April 1930 hier operiert. (Keilresektion, Tenotomie der Achillessehne. Prof. Voelcker). Der Erfolg dieser Operation ist ein sehr guter gewesen. Der Fuß stand sehr gut, nur war es Pat. nicht möglich, ihn richtig zu heben. Auch war ohne Bandage das Gehen nicht möglich, da sie dauernd über ihren li Fuß stolperte. Sie wurde deshalb zur Sehnenplastik in die Klinik aufgenommen.

11. 9. 30. Operation: (Professor Voelcker).

Freilegung des Muskulus tibialis anterior durch einen bogenförmigen Längsschnitt auf der Vorderseite des li Unterschenkels. Es wird eine ca. 20 cm lange gedoppelte rostfreie Stahlfeder in der Weise angebracht, daß das untere Ende spiralig in die Sehne gedreht und fest vernäht wird, während das obere Ende an der Tibia mit Hilfe eines vorher gebohrten Loches angeheftet wird. Hautnaht. Gipsschiene.

Heilungsverlauf:

13. 9. Geringe Beschwerden. Wunde reaktionslos. Stärkeverband.

19. 9. Wunde p. p. verheilt. Fäden entfernt.

23. 9. Vorsichtige Uebungen. Beginn mit Aufstehen.

25. 9. Aus der klinischen Behandlung unter Beobachtung nach Haus entlassen.

20. 11. 31. Wiederaufnahme.

Operation: (Professor Voelcker).

Aethernarkose. Längsschnitt an der alten Narbe in der Mitte des li Unterschenkels. Freilegung der Spiralfeder, die in einem festen Bindegewebsmantel liegt. Einzelne kleine Abscesse. Die Befestigung am Knochen wird durchtrennt, und die Feder von der Wunde aus entfernt. Dabei zeigt sich, daß die Feder geschwärzt ist, während die Drahtnaht, die zur Befestigung der Feder am Knochen diente, keine Veränderung der Oberfläche erkennen läßt. Jodbepinselung. Hautnaht. Verband.

22. 11. Leichte Halsentzündung. Jodkaligaben. Wunde o. B. Nachts liegt das Bein auf einer Schiene.

27. 11. Fäden werden entfernt. Wunde ist gut verheilt.

2. 12. Die Pat. befindet sich wohl. Sie steht auf. Der Fuß hängt mit der Spitze nur ganz unwesentlich.

4. 12. Nach nochmaliger Vorstellung bei Professor Voelcker wird Pat. unter Beobachtung entlassen.

Nachuntersuchung: August 1933.

Die Pat. ist mit ihrem Gang sehr zufrieden. Während früher starke Klumpfußstellung mit Gang auf der Fußaußenseite, verbunden mit dauerndem Stolpern, bestand, ist jetzt eine fast regelrechte Fußstellung vorhanden. Obwohl die li Oberschenkelmukulatur stark atrophisch ist, und der Unterschenkel nur bis zu 45 Grad gestreckt werden kann, führt Pat. stundenlange Märsche aus und hat auch Freude am Tanzen.

Das li Sprunggelenk steht in einem Winkel von 105 Grad, es ist nicht völlig starr aber gespannt fixiert. Die erhaltene Wadenmukulatur ermöglicht eine selbsttätige Beugung von 30 Grad. Eine spontane oder fremdtätige Streckung fehlt. Die Feder ist entfernt, die Narbe glatt. Ein wulstartiger Bindegewebsstrang ist fühlbar. Der Gang ist frei. Die Pat. trägt orthopädische Stiefel.

F a l l 3:

Helga Schm., 11 Jahre.

Diagnose: Spastische Lähmung nach abgelaufener Poliomyelitis.

Operation: Verlängerung der Achillessehne, Spiralfederimplantation.

Anamnese:

Die Eltern der Pat. und 2 Geschwister im Alter von 12 Jahren und 8 Wochen sind gesund. Die Pat. wurde gesund geboren und machte während ihres 1. Lebensjahres keine Krankheiten durch. Pat. lief schon mit 10 Monaten. Nach der Impfung erkrankte Pat. plötzlich an hohem Fieber und brach plötzlich, als sie morgens aufstehen wollte, zusammen. Pat. konnte von da an nicht mehr sitzen und war am ganzen Körper gelähmt. Der Arzt stellte spinale Kinderlähmung fest und überwies Pat. zur Behandlung in die Klinik von Herrn G. Pat. wurde elektrisiert, massiert, bekam einen Schienenapparat und Stiefel nach Maß. Das li Bein blieb immer gegen das andere zurück. Das Kind ermüdete leicht und war angeblich mit den Nerven nicht in Ordnung, es stand nachts auf und wußte am anderen Morgen nichts mehr davon. Außer Masern und Keuchhusten ist Pat. nie krank gewesen. Jetzt wird das Kind auf Anraten des Bandagisten zur Untersuchung der Klinik überwiesen und von der orthopädischen Abteilung zur Sehnenverlängerung stationär aufgenommen.

Befund:

Pat. macht im allgemeinen einen gesunden Eindruck. Für ihr Alter ist sie bis auf die unteren Extremitäten gut entwickelt.

Kein Hautausschlag, keine Drüsenschwellung erkenntlich. Gliedmaßen: Untere Extremitäten frei beweglich aber schwach entwickelt.. Die Füße stehen in Streckstellung infolge der Verkürzung der Strecksehnen und befinden sich im Ganzen in abnormer Stellung, sodaß Pat. hauptsächlich li stärker betont auf dem Außenrande des Fußes steht. Die große Zehe ist dabei dorsal flektiert. Das li Bein ist im Vergleich zum anderen sehr schwach entwickelt.

24. 3. Operation: (Dr. Brandt.)

Typische Verlängerung der an einer Stelle narbig veränderten Achillessehne. Blutstillung. Hautnaht. Gipsverband.

27. 3. Gipsverband in Ordnung. Pat. wird entlassen und in 3 Wochen zur Nachuntersuchung wieder bestellt.

Nach 3 Wochen wird der Gips abgenommen. Die Wunde ist p. p. geheilt. Pat. bekommt eine Gipsnachschiene angefertigt. Außerdem Heißluft- und Massagebehandlung. Nach einigen Monaten ist Stahlfederimplantation geplant.

18. 6. 31. Wiederaufnahme.

Pat. blieb zwischendurch in ambulanter Behandlung. Das Kind erhielt 20 Heißluftbäder und ebensooft Massage. Für die Nacht wurde das li Bein in eine Gipsschale gewickelt. Pat. ging zur Schule, ohne daß sich der Gang angeblich wesentlich gebessert hat. Nur insofern war eine Besserung festzustellen, als der Fuß durch die Operation nicht mehr so leicht umknickte. Bei der letzten Nachuntersuchung (Dr. Brandt) wurde beschlossen, daß das Kind zur Stahlfederimplantation erneut in die Klinik kommen sollte. Aus diesem Grunde bringt der Vater das Kind heute in die Klinik. Während ihrer Entlassung ist Pat. nicht krank gewesen.

Befund:

Der Allgemeinbefund ist unverändert. Der Fuß ist freier beweglich als früher. Die Beugung bis zum rechten Winkel ist möglich. Eine stärkere Beugung konnte seit der Operation nicht erreicht werden. (Der Gang der Pat. wurde gefilmt.)

24. 6. 31. Operation: (Professor Voelcker).

Typische Stahlfederimplantation wie Fall 1 und 2.

30. 6. 31. Komplikationsloser Heilungsverlauf. Röntgenaufnahme.

4. 7. Der Gips wird schalenförmig aufgeschnitten. Die Fäden werden entfernt. Pat. befindet sich wohl.

11. 7. Wohlbefinden unverändert. Das Bein liegt noch in der Gipsschiene.

17. 7. Gipsschienenabnahme. Pat. beginnt mit Laufübungen und bekommt Massage des ganzen Beines.

27. 7. Da die Eltern in nächster Nachbarschaft der Klinik wohnen, wird Pat. nach Hause entlassen. Pat. wird zum Heizen und zur Massage bestellt. Pat. stellte sich nachträglich 2mal in der orthopädischen Abteilung vor.

Nachuntersuchung:

6. 7. 33. Die Mutter des Kindes gibt an, daß die Pat. seit der Operation erheblich besser laufe. Der gelähmte Fuß schleife nicht mehr so stark wie früher. Auch die Knickfußstellung sei besser geworden. Die Bekannten der Familie seien mit dem Erfolg auch zufrieden.

Objektiver Befund:

Schwere Atrophie des li Oberschenkels. Knie o. B. Am Fuß sind 3 gut verheilte Narben sichtbar. Die implantierte Feder ist über dem Fußgelenk fühlbar und spannt sich beim Beugen und Strecken des Fußes gut an. Funktionsfähige Wadenmukulatur ist anscheinend nicht mehr vorhanden. Der fremdtätig heruntergebogene Fuß schnellt durch die Federwirkung deutlich in die Ausgangsstellung zurück. Re besteht ebenfalls Spitzfuß durch Ausfall der Anticusgruppe. Die Zehenstrecker sind aber erhalten. Der Gang der Pat. ist durch die Beinverkürzung humpelnd und durch die Spitzfußstellung erschwert.

Maße:

Oberschenkelumfang: 15 cm oberhalb des Patellarrandes re 46 cm, li 33 cm.

Wadenumfang re 30 cm, li 33 cm.

Beinlänge vom vorderen oberen Darmbeinstachel bis zum äußeren Knöchel re 77,5 cm, li 72 cm.

Pat. trägt li leicht erhöhten Schuh mit eingearbeiteter Einlage gegen den Knickfuß.

Fall 4:

Hildegard W., 20 Jahre.

Diagnose: Pes calcaneus paralyticus.

Operation: Stahlfederimplantation. (Dr. Brandt.)

Anamnese:

Mit 1½ Jahren Lähmung des re Beines, speziell des re Unterschenkels. Bis 1923 lief Pat. nur auf der Hacke mit maximal gebeugtem, nach außen rotiertem Fuß. Die Pat. konnte nur sehr kurze Strecken wegen auftretender Fußgelenkschmerzen gehen. 1923 wurde Pat. ein Teil des Calcaneus

in Breslau ausgemeißelt und dadurch die Außenrotation behoben. 6 Wochen, bevor Pat. in die Klinik kam, traten starke Schmerzen auf, die in der re Hüfte begannen, aber wieder nachgelassen haben; sodann traten Fußgelenkschmerzen auf, die sich bei jedem Auftreten unangenehm bemerkbar machten.

Befund:

Die Pat. ist in ausreichendem K. und E. Z., von kleiner Statur. Der Befund am re Bein: Das Bein ist auffallend dünner am Unterschenkel als das li, es besteht eine Atrophie der Muskuli gastrocnemius und soleus. Der Fuß ist ein Hackenfuß, das Fußgewölbe ist sehr hoch, außerdem besteht eine abnorme Beweglichkeit nach der Beugeseite hin.

14. 3. 32. Operation: (Dr. Brandt.)

Chloroformnarkose. 5 cm langer Längsschnitt in der Mittellinie bis zur Hinterfläche der Hacke. Freilegung des hinteren Teiles des Calcaneus. Von dort aus wird unter den Muskellagen eine Kornzange stumpf bis in Wadenhöhe gezogen. Dort, auf der Hinterfläche der Wade, Längsschnitt, stumpfes Auspräparieren, stumpf auseinandergeschoben bis die Tibiarückfläche freiliegt. Durch 2 Bohrlöcher wird ein Draht durchgeführt. Durch einen breiten Bohrkanal im Calcaneuskörper wird dann die Spirale gezogen, deren beide freie Enden an dem Draht in der Tibia befestigt werden. Die Wunde wird geschlossen.

Heilungsverlauf:

Normale Heilung ohne Temperatursteigerung und ohne Druckerscheinungen seitens des Gipsverbandes. Jedoch im Anfange Beschwerden durch Strecklagerungen, deshalb Beugestellung und Ruhigstellung in angenehmer Lage durch Sandsäcke. Am 5. 4. wird der Gips abgenommen. Entfernung der bereits abgegangenen Katgutnähte. Wunde p. p. verheilt. Gute Korrektur der Fußstellung ist erreicht.

8. 4. Die Pat. beginnt mit Gehversuchen (mit und ohne Fußbekleidung). Sehr gutes Gehen. Der Fuß steht in normaler Mittelstellung, und kann sowohl volar flektiert als auch dorsal flektiert werden. Leichte Anschwellung und Schmerzhaftigkeit der äußeren Knöchelgegend. Kein Haematom. Wohlbefinden. Nach überstandener interkurrenter Angina wird Pat. am 27. 4. entlassen. Der Operationserfolg ist sehr gut. Pat. geht ohne Stockhilfe beschwerdefrei.

8. 6. Nachuntersuchung: Der Befund ist unverändert.

Nachuntersuchung: Juli 1933. Der Operationserfolg ist unverändert gut. Vor dem Röntgenschirm kann man deutlich

die Funktion der Spiralfeder beobachten. Die Pat. ist mit dem Erfolg der Operation sehr zufrieden. Der Gang ist leicht und ohne Beschwerden.

Ueberblicken wir die 4 Fälle, so bemerken wir, daß seit der Operation des 1. Falles über 3½ Jahre vergangen sind, ohne daß der nach einem Jahre noch unverändert ausgezeichnete Erfolg der Operation auf mehrere Anfragen unsererseits hin dementiert worden wäre. Leider konnten wir das Kind zu einer Nachuntersuchung nach Halle nicht bekommen. Der 2. Fall bringt uns eine Ueberraschung insofern, als wir erfahren, daß nach einem Jahre wegen Absceßbildung die Feder entfernt werden mußte. Wie ist dies mit unseren Erfahrungen und Annahmen in Einklang zu bringen? Die Erklärung ist einfach. Die Untersuchung der herausgenommenen Feder ergab die Bestätigung der schon makroskopisch gestellten Vermutung, daß die Feder nicht aus Kruppstahl, sondern aus gewöhnlichem rostendem Stahl hergestellt war und in der Annahme, daß es sich um eine nicht rostende Kruppstahlfeder handle, eingepflanzt worden war. Glücklicherweise war der sich gebildete Bindegewebsmantel in der Lage, gleichsam als neugebildete Sehne zu wirken, sodaß auch der Erfolg dieser Operation — wie der Befund ergibt — durchaus befriedigend ist. Interessant ist in diesem Falle die reaktionslose Einheilung eines chemisch differenten Körpers und sein langes Verweilen unter funktioneller Beanspruchung im Körper. Seit der Operation des 3. Falles nun sind 2 Jahre vergangen, seit der Operation des 4. Falles 1½ Jahre, ohne daß eine Ausstoßung erfolgte, Beschwerden auftraten, und das gute Operationsergebnis gelitten hätte. Die Nachuntersuchung vor dem Röntgenschirm ergab noch eine einwandfreie Kontraktion und Dehnung der Feder, wie es nach dem objektiven Befund zu erwarten war.

Es galt nun, unsere durch die Ergebnisse der Operation erfüllten Erwartungen mittels Tierexperimenten näher zu untersuchen und die Einheilungsvorgänge sowie die Gewebsreaktionen nach verschiedenen Zeitabschnitten zu prüfen. Diese Untersuchungen sind an der Klinik — wie eingangs schon erwähnt — mit Voelcker'schen Spiralen von Herrn Dr. Klages in größerem Umfange vorgenommen worden. Herr Dr. Klages stellte mir dankenswerterweise aus seinen Untersuchungsergebnissen das im folgenden Abschnitt wiedergegebene Material zur Verfügung.

Im Tierexperiment ist bei der operativen Einpflanzung Anwendung äußerster Asepsis zu verlangen, da nur bei glatter

primärer Wundheilung die Vorbedingungen für eine komplikationslose Einheilung gegeben sind. In den letzten Versuchen wurde der betreffende Gliedabschnitt, in den die Spirale versenkt wurde, stets für 3 Wochen durch einen Gipsverband ruhig gestellt. Die Befestigung der gespannten Feder läßt sich mühelos am Knochen bewerkstelligen. Auf die richtige Spannung ist zu achten, da die Funktion der Feder und zum Teil auch ihre Einheilung davon abhängt. Die Tierversuche erstrecken sich über eine Beobachtungszeit von 4 Wochen bis zu fast einem Jahre. Die aseptisch eingeheilte Feder wird von einem bindegewebigen, schwierigen Mantel umgeben, in dem die Feder noch frei gleiten kann. Innen wird der Hohlraum der Feder gleichsam ausgegossen durch ein Füllgewebe, das anfangs aus ganz lockeren Bindegewebe besteht, das dann mit zunehmendem Alter fast sehnenartige Konsistenz annimmt. Der Schwielenmantel um die Feder herum war wechselnd stark ausgeprägt. Seine Mächtigkeit hängt ohne Zweifel mit dem Grade der Beanspruchung der Feder und des Schwielengewebes zusammen.

In einer größeren Serie von Versuchstieren wurde zur Nachahmung der Verhältnisse beim Menschen, die zuerst zur Federeinpflanzung Veranlassung gaben (Peroneuslähmung), in einer ersten Sitzung der Nervus peroneus auf der Innenseite in Kniehöhe freigelegt, und der Nerv ausgedehnt reseziert. Die dazu verwendeten Hunde liefen bei dieser artificiellen Peroneuslähmung stets unter weitgehendster Schonung des Beines, das fast stets an den Leib herangezogen und nicht benutzt wurde. Nach Einpflanzung der Feder erlangten die Tiere eine wechselnd gute Gebrauchsfähigkeit des Beines wieder. Durch Erhaltung der hinteren Streckmuskeln war es den Tieren möglich, das Bein auf den Boden aufzusetzen. Die dann sich straffende Feder ließ beim Nachlassen des Muskeltonus das Bein sich schnellend vom Boden abheben. Beim Töten wurde in allen Fällen besonders darauf geachtet, ob die Feder noch funktionsfähig d. h. dehnbar und kontractil war. Auch diese Funktion ist in erster Linie von der aseptischen Einheilung abhängig. Denn in einigen vereiterten, nicht primär geheilten Fällen war eine vollständige Verschwielung der Feder erfolgt, die als toter Fremdkörper eingeheilt und abgekapselt, jedenfalls unbenutzbar im Bindegewebe lag. Bei allen anderen aseptischen Fällen war die eingeheilte Feder durchaus dehnbar, und zwar schnellte das fremdtätig überstreckte Bein durch die Federwirkung jeweils in die gerade

der Federspannung entsprechende Beugestellung zurück. Das Erhaltensein dieser Funktion der Spiralen war durch Fotos und Röntgenaufnahmen einwandfrei nachzuweisen.

Betrachten wir die Ergebnisse dieser Tierexperimente, so springt uns sofort die restlose Uebereinstimmung mit den Resultaten der am Menschen vorgenommenen Operation in die Augen. Auf Grund dieser Ergebnisse dürften die Voelcker'schen Spiralen in geeigneten Fällen ohne Bedenken anwendbar sein, besonders da die Vorzüge des unbeschränkten Materials, der verhältnismäßig einfachen Operation und der Vorteil, daß zu dieser Operation keine Sehnentransplantationen nötig sind, also eine Störung noch brauchbarer Muskelgruppen vermieden wird, nicht zu verkennen sind.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Voraussetzung der Fremdkörperimplantation ist strengste Asepsis.
2. Die Einheilung großer elastischer Fremdkörper ist praktisch reaktionslos möglich.
3. Das verwendete Material muß chemisch indifferent sein.
4. Als Material für Voelcker'sche Spiralen eignet sich vorzüglich rostfreier Kruppstahl.
5. Eine dauernde funktionelle Beanspruchung ist möglich.
6. Die funktionelle Beanspruchung allein führt nicht zur Ausstoßung.
7. Blutungen beeinträchtigen nicht den Verlauf der Einheilung.
8. Die funktionelle Tüchtigkeit des Fremdkörpers ist noch nach Jahren erhalten.
9. Der Bindegewebsmantel und das Füllgewebe schalten die Funktion der Feder nicht aus und übernehmen auch nicht die gesamte, dem Fremdkörper zugedachte Arbeit.
10. Es kann vor Ablauf einer ausgeprägten Kapselbildung mit Bewegungen begonnen werden.
11. Die Vorzüge der Methode beruhen auf:
    a) der unkomplizierten Operationsmethode,
    b) der vielseitigen Anwendungsmöglichkeit,
    c) der unbeschränkten Quantität des Materials,
    d) dem Vermeiden eines Eingriffes in die Koordination verbliebener Muskelgruppen.

Zum Schluß der Arbeit sei es mir gestattet, Herrn Professor Dr. Voelcker für die gütige Ueberlassung der Themas, sowie Herrn Dr. Klages für das Ueberlassen des tierexperimentellen Materials meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Schrifttum.

1. Anglesio, Torino: Contributo sperimentale alla plastica tendinea. Arch. it. di chir. vol. 12. 1925. Festschrift Ref. Z. f. Chir. 1926.
2. v. Baeyer, H.: Fremdkörper im Organismus. Bacterielle und mechanische Ausstoßung. Bruns' Beiträge zur klin. Chir. Bd. 70 S. 100—130.
3. ders.: Fremdkörpr im Organismus. Bruns' Beiträge zur klin. Chir. Bd. 58 S. 1—120.
4. ders.: Translokation der Sehnen. Z. f. Chir. Jahrg. 31 S. 3140. Orgbtrg.
5. ders.: Intratendinöse Sehnenverpflanzung. Münch. med. Wochenschrift 1917. Nr. 28. Feldärztliche Beil. 28 Ref. Z. f. Chir. 1918. S. 501.
6. ders.: Translokation der Sehnen. Z. f. Orth. Chir. 56. S. 552—562.
7. Bade, Hannover: Die Indikation zur Sehnenoperation bei spinalen und cerebralen Lähmungen. 79. Versamml. deutsch. Naturf. und Aerzte. 1907. Z. f. Chir. 1907. S. 1330—1331.
8. v. Beck: Physiol. Gesichtspunkte bei der Sehnentransplantation. Arch. f. Orthop. u. Unfallchir. Bd. 20. H. 1 S. 64—80. 1922. — Ref. Z. f. Chir. 1922.
9. Berntsen, Kopenhagen: Transplant. tendineuse pour activer les péroniers latéraux. Rev. d'orthop. Bd. 13. No. 1. 1926.
10. Biesalski: Ergebnisse u. Erfahrungen mit der physiol. Sehnenverpflanzung. Z. f. orthop. Chir. Bd. 44. S. 30—39.
11. ders.: Ueber Sehnenbehandlung. Z. f. ärztl. Fortbildung. 1915. Nr. 15. Ref. Z. f. Chir. 1915.
12. ders. und L. Mayer: Die physiol. Sehnenverpflanzung. Berlin, Verlag Julius Springer 1916.
13. Birt, Ed., Schanghai: Beitrag zur Sehnenplastik bei Peroneuslähmung. Origbtrg. Z. f. Chir. 1923.
14. Brandes, Dortmund: Aus der klin. Erfahrung mit Sehnenplastiken am Bein. 35. Tag. d. Vereinig. nordwestdeutscher Chirurgen. Dez. 1927. Z. f. Chir. Jahrg. 28.
15. Brinkmann, Hamburg: Beitrag zur muskulären Neurotisation. Arch. f. Orthop. u. Unfallchir. Bd. 25. H. 2. 1927.

16. Codivilla, Bologna: Technik der Sehnenüberpflanzung. 2. Kongreß der deutsch. Gesellschaft f. orth. Chir. 1903. Z. f. Chir. 1903.
17. ders.: La mia esperienza nei trapianti tendinei. Policlinico 1904 Ser. chir. Fasc. 4. Ref. Z. f. Chir. 1904.
18. Deutschländer, Hamburg: Ueber die indirekte Neurotisation des gelähmten Muskel. 19. Kongreß der deutsch. orthop. Gesellschaft Graz 1924. Z. f. Chir. 1925.
19. ders.: Ueber muskuläre Neurotisation. 22. Kongr. d. deutsch. orthop. Gesellsch. Nürnberg 1927. Z. f. Chir. 1927.
20. Drobnik, Dr. T.: Ueber die Behandlung der Kinderlähmung mit Funktionsteilung und Funktionsübertragung der Muskeln. Deutsch. Zeitschr. f. Chir. Bd. 43 S. 473—497.
21. Erlacher, Graz: Hyperneurotisation, muskuläre Neurotisation, freie Muskeltransplantation. Z. f. Chir. 1914.
22. ders.: Direkte Neurotisierung gelähmter Muskeln. Arch. f. orthop. u. Unfallchir. Bd. 21 H. 4 1923.
23. ders.: Direkte Neurotisierung gelähmter Muskeln. Z. f. orthop. Chir. Bd. 44 S. 4—15.
24. Gaudier, Lille: Ueber Nerven-, Muskeln- und Sehnenüberpflanzungen bei der Behandlung der Lähmungen. 20. franz. Chir. Kongr. Paris 1907. Z. f. Chir. 1908.
25. Gluck, Berlin: Ersatz exfoliierter Sehnenstücke durch zusammengeflochtene Katgutfäden. Deutsch. med. Wochenschr. 1884 Nr. 48 Ref. Z. f. Chir. 1885.
26. ders.: Die experim. u. klin. Erforschung allgemeiner organischer Ersatzprobleme durch die Chir. des 19. Jahrhunderts. 90. Vers. d. Gesellsch. deutsch. Naturforscher u. Aerzte. Z. f. Chir. 1929.
27. ders.: Geheilte Fälle von Nerven- und Sehnennaht und von Nerven-, Muskel-, Sehnen- und Knochenplastik. (Katgutseidenzopfimplantation-Invaginationsmethode). 21. Kongr. d. deutsch. Gesellsch. f. Chir. Z. f. Chir. Beilage Nr. 32. 1892.
28. Graetz, München: Ueber die Verwendung von Seidensehnen in der Behandlung poliomyelitischer Lähmungen. Z. f. orthop. Chir. Bd. 44.
29. v. Hacker, Graz: Neues Verfahren der Sehnenplastik. Wissenschaftliche Aerztegesellsch. in Innsbruck. Wien. klin. Wochenschr. 1898. Nr. 1. Ref. Z. f. Chir. 1898.
30. v. Hacker: Direkte Nerveneinpflanzung in den Muskel und muskuläre Neurotisation bei einem Falle von Cucullarislähmung. Z. f. Chir. 1914.
31. Hackenbruch, Wiesbaden: Zur Behandlung der spinalen Kinderlähmung durch Nervenpfropfung. 34. Kongr. d. Deutsch. Gesellsch. f. Chir. Z. f. Chir. 1905, Beil. Nr. 30.
32. Haß, Wien: Zur Sehnenoperation bei Radialislähmung. Bruns' Beitr. Bd. 116.

33. Henschen, Prof., K.: Die Herstellung von Gleitkanälen beim freien Sehnenersatz. (Kantonspital Gallen). Z. f. Chir. 1920. Haven.
34. Henze, C. (New Haven) u. L. Mayer (New York): Experimentelle Untersuchung über Sehnenverpflanzungen und seidene Sehnen mit besonderer Berücksichtigung der Verhinderungen von Verwachsungen. Z. f. orthop. Chir. Bd. 33. H. 3. Nr. 37.
35. Hoffa, Berlin: Endresultate der Sehnenplastiken. 6. Kongr. d. Deutsch. Gesellsch. für orthop. Chir. Z. f. Chir. 1907.
36. ders.: Die experimentelle Begründung der Sehnenplastiken. 73. Vers. deutsch. Naturforsch. u. Aerzte in Hamburg. Z. f. Chir. 1901.
37. Hofmeister, Stuttgart: Ueber doppelte und mehrfache Nervenpfropfung. Bruns' Beitr. Bd. 96. H. 3.
38. Joachimsthal: Ueber Sehnentransplantationen bei Pes calcaneus paralyticus. Freie Vereinig. Chir. Berlins. 97. Sitzung 1898. Z. f. Chir. 1899.
39. Kleinschmidt, Leipzig: Die aufsteigende Sehnenauswechslung bei Peroneuslähmung. Z. f. Chir. 1924. Originalbeitrag.
40. Kirschner, M.: Freie Sehnen- und freie Fascientransplantation. 38. Kongr. d. deutsch. Gesellsch. f. Chir. 1909. Z. f. Chir. 1909, Beilage 31.
41. ders.: Ueber freie Sehnen- und Fascientransplantation. Bruns' Beiträge Bd. 65 H. 2.
42. König, Dr., Ernst: Die körpereigene freie Fascienverpflanzung. Verlag Urban u. Schwarzenberg 1928.
43. Kotzenberg, Hamburg: Ueber muskuläre Neurotisation. 22 Kongr. d. deutsch. orthop. Gesellsch. Nürnberg 1927. Z. f. Chir. 1927.
44. Lange, Fritz: Seidensehnen und seidene Gelenkbänder. Münch. med. Wochenschr. 1928 Nr. 1.
45. Lange, Fritz: Die Sehnenverpflanzung. Fortschritte der Therapie 1926. H. 18. Ref. Z. f. Chir. 1927.
46. ders.: Tendinöse oder periostale Sehnenverpflanzung? Z. f. orthop. Chir. Bd. 29. H. 3 u. 4. Ref. Z. f. Chir. 1912.
47. ders.: Eine Verbesserung der künstlichen Sehnen. Z. f. orthop. Chir. Bd. 17.
48. ders.: Die Bildung der Sehnen aus Seide bei periostaler Verpflanzung. 73. Versamml. deutsch. Naturf. u. Aerzte in Hamburg. Sekt. f. Chir. Z. f. Chir. 1901.
49. ders.: Ueber periostale Sehnenverpflanzungen. 71. Versamml. deutsch. Naturf. u. Aerzte zu München. Z. f. Chir. 1899.
50. ders.: Die Sehnenverpflanzung. Ergebnisse der Chir. u. Orthop. 1911. S. 1—31.
51. ders.: Die epidemische Kinderlähmung. J. F. Lehmanns Verlag München 1930.

52. ders.: Die Auto- und die Alloplastik in der Orthopädie. Z. f. orthop. Chir. Beilage H. 47.
53. Lange, Max. Dr.: Die Naht und das Nahtmaterial in der Orthopädie. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart. 1929.
54. ders.: Der Kruppstahl als Knochennahtmaterial. Z. f. orthop. Chir. 1926.
55. Katzenstein, Prof. Dr., M., Berlin: Die Uebertragung von Muskelkraft auf gelähmte Muskeln durch Fascien. Z. f. Chir. 1916.
56. Lehmann, Walter, Göttingen: Die periphären Nervenoperationen bei spastischen Lähmungen. Ergebn. d. Chir. u. Orthop. Bd. 16. Ref. Z. f. Chir. 1924.
57. Lexer, München: . Die gesamte Wiederherstellungschirurgie.
58. Lexer, Jena: Die Verwertung der freien Sehnentransplantation. 41. Kongr. d. deutsch. Gesellsch. f. Chir. Berlin. 1912. Z. f. Chir. 1912. Beilage.
59. Latkowsky, Michael: Polski przeglad chir. 1927. Bd. 5. H. 3. Ein wenig bekanntes Verfahren d. Sehnenüberpflanzung. Ref. d. Z. f. Chir. 1927.
60. Lohe, München: Ueber die Vorgänge der Sehnenregeneration bei Ersatz durch Frauenhaar. 36. Tagung d. deutsch. Gesellsch. f. Chir. Arch. f. klin. Chir. 1932.
61. Lorenz, Adolf, Wien: Zur Technik der Sehnenverpflanzung: a) Paravaginale Transplantation, b) Verlagerung der Achillessehne. Z. f. Chir. 1917.
62. Lovet, Robert, W.: The use of silk ligaments at the ankle in infantile paralysis. Amer. journ. of orthopedic surgery 12 1915. Ref. Z. f. Chir. 1915.
62a. Mayer, L.: The physiological method of tendon transplantation. Surg., gynecol. and obstetr. Vol. 22. Nr. 4. 1916. April.
62b. Meyer, H., Göttingen: Untersuchungen über den Sehnenersatz. 52. Tag. d. deutsch. Gesellsch. f. Chir. 1928.
63. Mencière: Recherches experimentales sur la création de tendons arteficiels. Applications chez l'homme. Arch. prov. de. chir. 1906. Nr. 8. Ref. Z. f. Chir. 1907.
64. Monod: Plais des tendons. Greffe tendineuse. Bull. et. mèm. de la soc. de chir. de Paris. T. 13. p. 397. Ref. Z. f. Chir. 1887.
65. Neustadt, E., Berlin: Zehn Jahre Sehnenplastik Spätergebnisse der an der unteren Extremität vorgenommenen Ueberpflanzungen bei Folgezuständen von Poliomyelitis aus den Jahren 1916—1925. Arch. orthop. Chir. 27. (1929).
66. Nicoladoni: Ueber Sehnentransplantationen Z. f. Chir. 1881. S. 700.
67. ders.: Arch. f. klin. Chir., Langenbeck. Bd. 27, S. 660—666.
68. Nilsonne, Harald: Ueber Sehnentransplantationen beim paralytischen Hackenfuß. Acta chir. scand. (Stockholm). 67. (1930). Festschr. Haglund. Ref. f. Chir. 1931.

69. Perthes: Ueber Sehnenoperationen bei irreparabler Radialislähmung nebst Studien über die Sehnenverpflanzung und Tenodese im Allgemeinen. Bruns' Beitr. Bd. 113. H. 3.
70. Petta, Rom: Plastiche e trapianti musculari. Policlinico, sez. chir. 1925. no 6. Ref. f. Chir. 1926.
71. Pitzen, Dr. P., München: Experiment. Beiträge zur Verhütung von Verwachsungen bei Sehnenverpflanzungen und zur Erzeugung eines straffen Bindegewebes mit chemischen Mitteln, soweit es für die Behandlung orthopädischer Leiden in Betracht kommt. Z. f. orthop. Chir. Bd. 1926.
72. Port, Konrad: Ueber die Mißerfolge bei den Sehnentransplantationen. Deutsche Zeitschr. f. Chir. 232 S. 12.
73. Rehn, Jena. Die homoplastische Sehnentransplantation im Tierexperiment. Bruns' Beitr. Bd. 68. H. 2. 1910.
74. ders.: Ueber Sehnentransplantationen. 42. Kongr. der deutschen Gesellsch. f. Chir. in Berlin. April 1913. Z. f. Chir. 1913. Beil. 28.
75. Scheel, Rostock: Zur Dosierung der Muskelverpflanzung. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 193. H. 1—5. 1925.
76. Spitzi, H.: Zur allgemeinen Technik der Nervenplastik. Wien. klin. Wochenschr. 1905. Nr. 3.
77. Stoffel, A., Heidelberg: Neue Gesichtspunkte auf dem Gebiete der Nerventransplantation. Z. f. orthop. Chir. Bd. 25. 1910.
78. ders.: Ueber Nervenüberpflanzung bei schlaffen Lähmungen. Münch. med. Wochenschr. 1910. Nr. 5.
79. Stracker, Wien: Ersatz gelähmter Muskeln bei mangelndem Verpflanzungsmaterial. Z. f. orthop. Chir. Bd. 44. S. 80—82.
80. Voelcker, Halle: Ersatz gelähmter Muskeln durch Einheilung von Stahlfedern. Z. f. Chir. 1931. S. 944. Originalbeitrag.
81. Vulpius, Heidelberg: Ueber die Widerstandskraft von Sehnen und Sehnenfäden. Z. f. orthop. Chir. Bd. 30. H. 1 u. 2.
82. ders.: Zur Sehnenüberpflanzung bei spinaler Kinderlähmung. Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilkunde. Bd. 22.
83. ders.: Ueber die Heilung von Lähmungen und Lähmungsdeformitäten mittels Sehnenüberpflanzung. Sammlung klin. Vorträge. N. F. Nr. 197. Leipzig, Verlag Breitkopf und Härtel. 1897. Ref. Z. f. Chir. 1898.
84. ders.: Die Sehnenüberpflanzung und ihre Verwertung in der Behandlung der Lähmungen, Leipzig. Verlag Veit & Co., 1902.

Lebenslauf.

Ich, Johannes Walter Helmut Berner, bin am 22. August 1907 als Sohn des verstorbenen Frauenarztes Dr. med. Georg Franz Berner in Zwickau (Sachsen) geboren. Nach Besuch der „Höheren Bürgerschule“ in Zwickau legte ich Ostern 1928 am Realgymnasium in Zwickau die Reifeprüfung ab. Ich besuchte die Universitäten Heidelberg (1 Semester) und Rostock (5 Semester) und bestand Ende Wintersemester 1930/31 in Rostock das Vorexamen. Die letzten Semester meines Studiums verbrachte ich in Halle, wo ich am 7. Dezember 1933 das Staatsexamen beendete.